

# EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS SEMILLAS DE *Aspidosperma Quebracho-Blanco* Schlecht, y *Schinopsis balansae* Engl. MEDIANTE LA PRUEBA DE RAYOS X.

**ALZUGARAY**, Claudia<sup>1</sup>; **CARNEVALE**, Nélida, J.<sup>2</sup> y **SALINAS**, Adriana R.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Cátedra de Biología

<sup>2</sup> Cátedra de Ecología - CIUNR

<sup>3</sup> Cátedra de Fisiología vegetal - CIUNR

Facultad de Ciencias Agrarias UNR

C.C. 14. S2125 ZAA.

Zavalla. Santa Fe. Argentina.

E-mail: calzugar@unr.edu.ar

## Resumen

*Aspidosperma quebracho-blanco* (quebracho blanco) y *Schinopsis balansae* (quebracho colorado) son árboles característicos del Parque Chaqueño de Sudamérica. En Argentina, los quebrachos se hallan en bosques sometidos a una intensa explotación. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad de las semillas de *A. quebracho-blanco* y de *S. balansae* a través de la prueba de rayos X. Se tomaron radiografías con el equipo analizador de semillas mediante rayos X (SEMAX) a 200 semillas de cada especie de la cosecha 2003 y luego se obtuvieron imágenes digitales con el analizador automático de semillas. Se confeccionó un patrón radiográfico comparando las imágenes radiográficas obtenidas de cada semilla con las imágenes digitales. Previamente al ensayo se probaron distintos tiempos de imbibición de las semillas para mejorar la calidad de las imágenes. Para *S. balansae*, se obtuvo un promedio de 46 % de semillas vanas, 38 % de semillas llenas, 6 % de semillas dañadas por hongos, con presencia de tejidos necrosados y a veces con micelio del mismo hongo y un 7 % con larvas de Brúchidos. Para *A. quebracho-blanco*, se obtuvo un promedio de 59 % de semillas sanas, un 16 % de semillas inmaduras, un 12 % de semillas arrugadas, un 9 % de daños en cotiledones y un 4 % de semillas sin embrión. La prueba de rayos X resultó ser adecuada para ambas especies pues reveló claramente la incidencia de daño por patógenos, semillas vanas e inmaduras y presencia de gorgojos, que son los principales factores que afectan la calidad de estas semillas.

### Palabras clave:

Arboles de Argentina, Calidad de semillas, Prueba de rayos X

# EVALUATION OF *Aspidosperma Quebracho-blanco* SCHLECHT. AND *Schinopsis balansae* ENGL. SEEDS BY X- RADIOGRAPHY TEST

## Summary

---

*Aspidosperma quebracho-blanco* and *S. balansae* are characteristic trees in the Chaco Province in South America. At present, they can be found in forests under intense exploitation. The object of this work was to evaluate the seed quality of *A. quebracho-blanco* and *S. balansae* by X-radiography. Two-thousand seed sets of the two species harvested in 2003 were radiographed with a SEMAX X-ray equipment. Then, digital images of the seeds were obtained with the automatic seeds analyzer equipment. A radiographic pattern was made comparing the radiographies with the digital images. Before the trial, different periods of imbibition were tested to improve the quality of images. The results found for *S. balansae* were: 46% empty seeds, 38% filled seeds, 6% with damage by pathogens, with necrotic tissues and occasionally with mycelium, and 7% with larvae of Bruchidos. The results obtained for *A. quebracho-blanco* were 59% filled seeds, 16% immature seeds, 12% wrinkled seeds, 9% of seeds with damaged cotyledons and 4% of seeds without an embryo. The test by x-radiography was adequate for both species because it clearly showed the incidence by pathogens, empty and immature seeds, and the presence of grubs--the main factors determining the quality of these seeds.

### Key words:

Argentinean trees, seed quality, X-ray technique

## Introducción

*Aspidosperma quebracho-blanco* y *Schinopsis balansae* son especies arbóreas características de la provincia Chaqueña, región que se extiende por el sur de Bolivia, el oeste del Paraguay y el norte de Argentina y ocupa 1.000.000 km<sup>2</sup> (Cabrera y Willink, 1980) (Figura 1). En Argentina el área de dispersión de *A. quebracho-blanco* se extiende más allá de la provincia Chaqueña, alcanzando zonas de transición con el Monte y la Mesopotamia (Roig y Roig, 1962; Prado, 1991). El tipo de vegetación predominante de la región chaqueña es el bosque xerófilo caducifolio, con un estrato herbáceo de gramíneas y numerosas cactáceas y bromeliáceas terrestres. Existen también palmares, sabanas y estepas arbustivas halófilas que son un importante componente del paisaje (Lewis & Pire, 1981; Lewis, 1991; Prado, 1991). Estos bosques, en su porción más austral, están representados en la provincia de Santa Fe, Argentina, en un área denominada la Cuña boscosa santafesina. Desde fines del siglo XIX, dichos bosques han sufrido un serio deterioro a causa de su explotación, estimándose que de las 5.900.000 hectáreas relevadas, según el censo forestal de 1915, quedan 1.300.000 (World Rainforest Movement, 2000). Sin embargo, datos más recientes (Alzugaray *et al.*, 2005 y Carnevale *et al.*, 2006) estiman que la superficie remanente de bosque se encuentra alrededor de las 400.000 has producto del intenso cambio de uso de la tierra en los últimos cinco años. *S. balansae* constituyó la materia prima para la elaboración del extracto de tanino hasta el año 1948. En la actualidad, el tanino del quebracho colorado se sigue utilizando en las curtiembres y paralelamente a esta explotación, las extracciones para leña y carbón aún subsisten, con un volumen de más de 1.000.000 tn de leña y casi 300.000 tn de madera para carbón (Bercovich, 2000). *A.*

*quebracho-blanco* es la especie más importante en la extracción de leña y carbón. En nuestros días el bosque chaqueño ya ha desaparecido en algunos lugares y en otros se encuentra sumamente fragmentado, subutilizado, con un empobrecimiento de las especies de mayor valor maderero como *S. balansae*, *A. quebracho-blanco* y *Caesalpinia paraguariensis* (D. Parodi) Burkart (Wenzel & Hampel, 1998).

Dada la importancia de estas especies y la extensiva tala a que son y han sido sometidas (Bercovich, 2000) se considera necesario conocer las posibilidades de su reproducción para reforestación en bosques degradados o plantación en viveros comerciales. Como ambos quebrachos se reproducen mediante semillas, se plantea la necesidad de conocer la calidad de las mismas.

La calidad de la semilla es un concepto formado por diferentes atributos: pureza físico-botánica, contenido de humedad, peso de 1.000 semillas, viabilidad, germinación, vigor y estado sanitario, que serán evaluados a través de pruebas tradicionales (ISTA, 2003). Otra metodología para evaluar la calidad de las semillas es la prueba de rayos X. Este es un método no destructivo para el análisis interno de las propiedades de las semillas: anatomía, defectos morfológicos, cambios fisiológicos que ocurren durante la maduración y ataque de insectos entre otros. A través de imágenes radiográficas se han identificado propiedades estrechamente relacionadas con la viabilidad y el vigor de las semillas (Belcher & Vozzo, 1979; Simak, 1980; ISTA, 1996).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad de las semillas de *A. quebracho-blanco* y de *S. balansae* a través de la prueba de rayos X.

## Materiales y Métodos

El lugar de recolección de las semillas fue la Estación Experimental del Ministerio Dr. Tito Livio Copa en Las Gamas, localidad de Vera, provincia de Santa Fe, Argentina (29° 30' L.S.; 60° 45' L.O.). Esta Estación posee un área boscosa que ocupa alrededor de 1.000 hectáreas con libre acceso del ganado.

La comunidad característica de este sitio es el "quebrachal" de *Schinopsis balansae* (Lewis & Pire, 1981) constituida por dos estratos arbóreos, el más alto generalmente está compuesto por *S. balansae*, *A. quebracho-blanco* y *C. paraguariensis* y el más bajo por

Mimosoideas, *Schinus* L. y *Celtis* L. Los quebrachales se ubican en posiciones de lomadas extendidas, muy suavemente onduladas a planas (Mussetti & Alconchel, 1986) sobre suelos Natraqualfes típicos y en menor proporción sobre Ochraqualfes udólicos. El clima es subhúmedo- húmedo, mesotermal, con poca o ninguna deficiencia de agua. Las temperaturas medias de enero se sitúan entre las isolíneas de 26 °C y 27 °C y las medias de julio entre 13 °C y 14 °C. Las precipitaciones medias anuales oscilan entre los 1.000 y 1.100 mm (Cáceres, 1980).

Para la cosecha de las semillas, se seleccionaron árboles de buen porte, estado sanitario, accesibilidad y producción abundante (Ottone, 1993). Las sámaras de *S. balansae* y las cápsulas de *A. quebracho-blanco* se cosecharon manualmente en el momento de la madurez de los frutos en marzo y en agosto de 2003, respectivamente. Los frutos fueron secados a temperatura ambiente en laboratorio durante tres meses. Las semillas de *A. quebracho-blanco* se extrajeron de las cápsulas una vez que éstas se abrieron. Luego se colocaron en cámara fría a 3 °C en frascos de vidrio (Ellis *et al.*, 1985; ISTA, 2003) hasta el comienzo de las pruebas. Las mismas fueron conducidas en los laboratorios de la Estación Experimental Agropecuaria Oliveros del INTA, Oliveros - Santa Fe, Argentina.

Para obtener patrones radiográficos de las sámaras de *S. balansae*, se realizó un diagnóstico comparando las imágenes radiográficas con las estructuras internas de las mismas. Para ello, se tomaron radiografías a 200 sámaras de la cosecha 2003, que luego se abrieron y se observaron bajo lupa, obteniéndose imágenes digitales con el analizador automático de semillas (Craviotto, 2003). Previamente al ensayo se probaron distintos tiempos de imbibición de las semillas para mejorar la calidad de las imágenes. Las mejores imágenes se obtuvieron con cuatro días de imbibición a temperatura ambiente. Para *A. quebracho blanco* se radiografiaron 200 semillas de la cosecha 2003, luego de un período previo de imbibición a temperatura ambiente de veinticuatro horas que resultó óptimo para esta especie. Se confeccionó un patrón radiográfico de esta especie

comparando las imágenes radiográficas obtenidas de cada semilla con su estructura observada con el analizador digital. El equipo analizador de semillas mediante rayos X (SEMAX) utilizado para estas pruebas fue desarrollado por investigadores pertenecientes al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA, la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNR y la empresa TEXEL de la ciudad de Rosario (Craviotto *et al.*, 2004).

El equipo consta de un gabinete compuesto de una carcasa y una estructura de soporte metálicas; una estructura de presentación de muestra o carrito portamuestras, una fuente de alimentación y circuito eléctrico y un tubo emisor de rayos X. Una computadora se encuentra conectada al sensor de rayos X con un programa especial de computación para manipulación de imágenes (VixWin).

Este equipo permite realizar automáticamente tomas radiográficas de semillas individuales sin la utilización y revelado de las placas tradicionales. La radiografía se logra automáticamente mediante la captación de una dosis perceptible de rayos X por el sensor, luego que los mismos hayan atravesado la estructura seminal. Es posible visualizar las radiografías como imágenes digitales en la pantalla del monitor casi de inmediato a la toma. Luego de ello, el programa de computación permite que las imágenes puedan ser manipuladas electrónicamente, archivadas o impresas. Se pueden realizar tomas radiográficas individuales o en conjunto según el tamaño de las semillas.

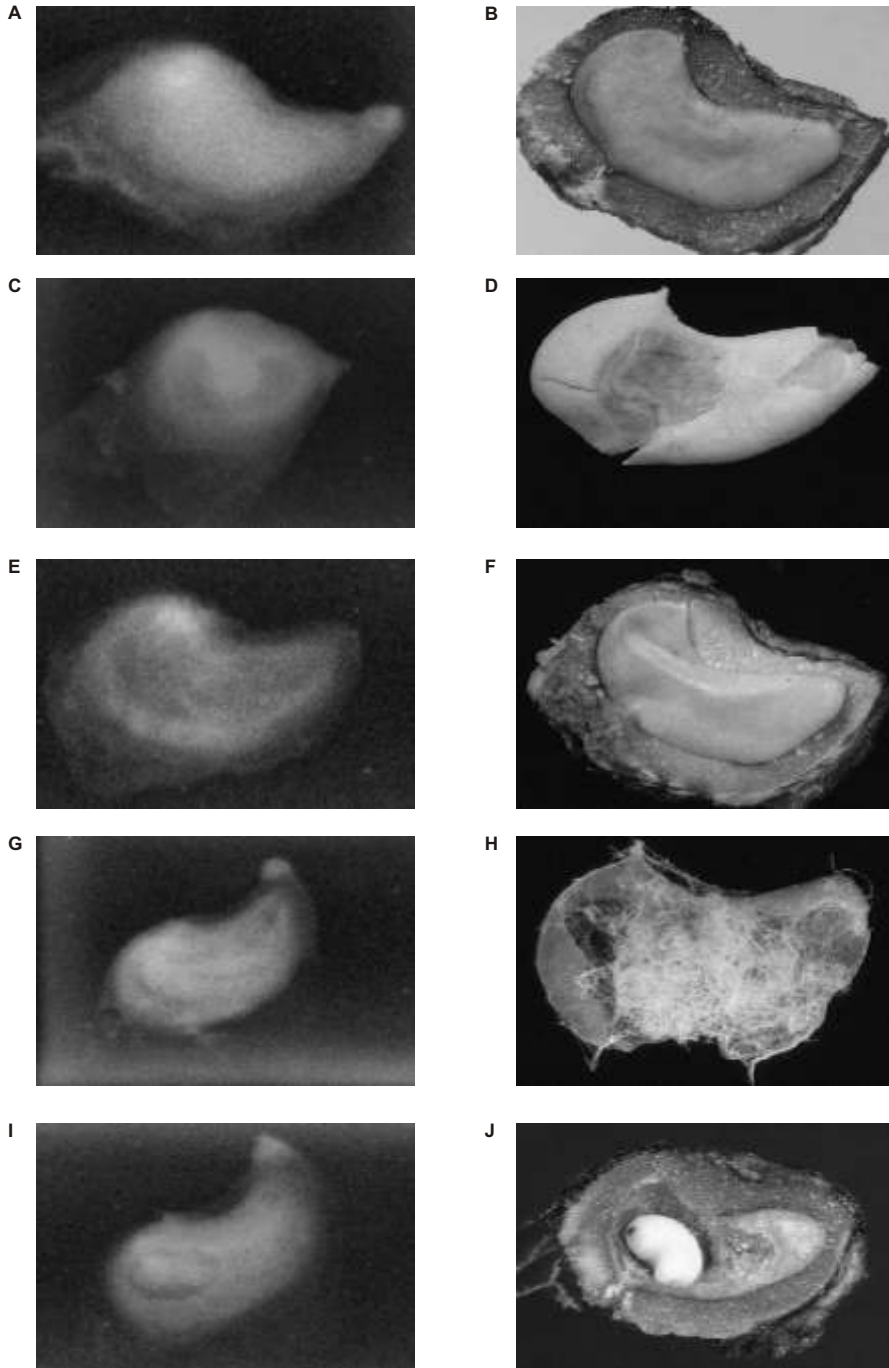
## Resultados

De las 200 imágenes radiográficas digitales obtenidas de las sámaras de *S. balansae*, se obtuvo un promedio de 46 % de semillas vanas, 38 % de semillas llenas, 6 % de semillas dañadas por hongos, con presencia de tejidos necrosados y a veces con micelio del mismo hongo y un 7 % con larvas de Brúchidos. Para *A. quebracho-blanco*, se obtuvo un promedio de 59 % de semillas sanas, un 16 % de semillas inmaduras, un 12 % de semillas arrugadas, un 9 % de daños en cotiledones y un 4 % de semillas sin embrión.

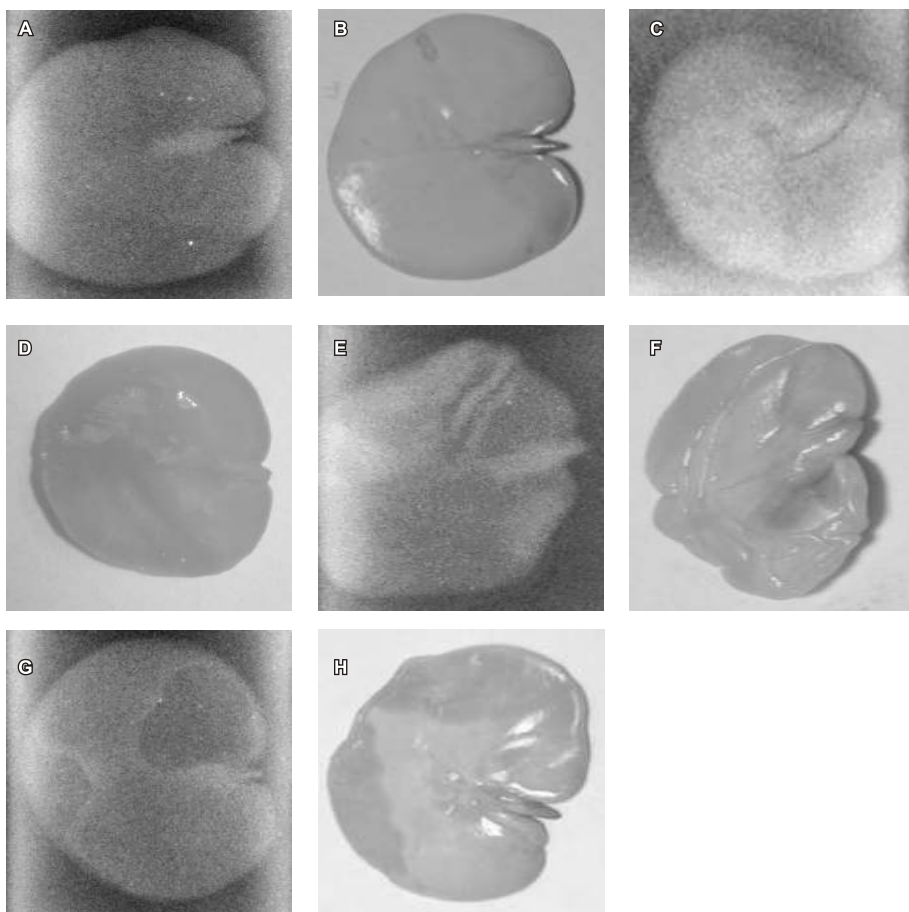
Con las imágenes radiográficas de ambas especies y sus correspondientes imágenes digitales, se obtuvo un patrón radiográfico y fotográfico característico. El patrón de las

semillas de *S. balansae* consistió en semillas vanas con la única presencia de los tegumentos, semillas vanas con tegumentos y con restos de embrión, semillas llenas y sanas, semillas con daño por ataque de hongos y semillas con daño por ataque de Brúchidos (Figura 1). El patrón de las semillas de *A. quebracho-blanco* consistió en semillas completamente desarrolladas, semillas inmaduras de pequeño tamaño, semillas inmaduras y arrugadas, semillas con daños en los cotiledones y semillas sin eje embrionario. En las semillas sanas se observó un sector denso y claramente diferenciado del resto de los tejidos, correspondiente a la raíz primaria (Figura 2).

**Figura 1:** Patrón de imágenes digitales radiográficas y fotográficas en *S. balansae*: A, B, semillas sanas completamente desarrolladas. C, D, semillas inmaduras y con resto de embrión. E, F, semillas vanas y sin embrión. G, H, semillas dañadas por ataque de hongos. I, J, semillas atacadas por larvas de Brúchidos. A, C, E, G, I, imagen radiográfica digital. B, D, F, H, I, imagen fotográfica digital



**Figura 2:** Patrón de imágenes digitales radiográficas y fotográficas en *A. quebracho-blanco*: A, B, semillas sanas completamente desarrolladas. C, D, semillas muertas, pequeñas, con llenado deficiente. E, F, semillas inmaduras y arrugadas. G, H, semillas con daño en los cotiledones. A, C, E, G, imagen radiográfica digital. B, D, F, H, imagen fotográfica digital



## Discusión

La prueba de rayos X resultó ser adecuada para ambas especies pues reveló claramente la incidencia de daño por patógenos, semillas vanas y gorgojos, que son los principales factores que afectan la calidad de las semillas de especies forestales (Carneiro, 1987; Brugnoli, 1980). Esta metodología permitió obtener un patrón radiográfico para semillas de *S. balansae*. Sin embargo, mediante la prueba de rayos X no se detectaron las semillas con daños leves ocasionados por patógenos ni los ejes embrionales dañados, que resultaron en plántulas anormales.

Esta prueba ha resultado también exitosa en semillas de *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl

(Aroeira blanca), una especie perteneciente a la Familia *Anacardiaceae*, de importancia económica y ecológica en Brasil. La técnica permitió detectar daños mecánicos, aquellos causados por insectos y otros producidos en pre y poscosecha (Ferreira Machado & Moure Cícero, 2003). En semillas de *Abies religiosa* (HBK) Schl. et Cham. (abeto) se detectaron sin dificultad semillas llenas, vanas e infestadas por insectos, que fueron prácticamente los mismos patrones hallados en *S. balansae*. Las semillas de *A. religiosa* provenían de un lote con un 42 % de semillas vanas (Nieto de Pascual Pola *et al.*, 2003), valores semejantes a los obtenidos en las semillas de *S. balansae* cosechadas en el año 2003.

Aunque no se dispone en la bibliografía de mayor información acerca de la utilización de esta técnica para semillas forestales del tipo sámara o drupa samaroide, se han encontrado datos que indican que la calidad de las semillas forestales tanto nativas como exóticas, pertenecientes a rodales naturales puede ser muy variable (Ottone, 1993).

Colombo Speroni & De Viana (2000) hallaron en *Tipuana tipu* (Benth) Kuntze, especie nativa del bosque montano de Salta, cuyas semillas son sámaras, una germinación de 20 %. Esta especie, al igual que *S. balansae*, puede presentar sámaras vanas según los distintos años de cosecha (observación personal, 2004). Domínguez Llerena *et al.* (2001) registraron que las semillas de *Pistachia lentiscus* L. y *Pistachia terebinthus* L., pertenecientes a la familia Anacardiáceas, presentan generalmente un gran porcentaje de semillas partenocárpicas que son vanas.

Se puede afirmar que la calidad de las semillas de *S. balansae* en la cosecha analizada resultó ser moderada, comparando los resultados del presente trabajo con datos de calidad de semillas de esta especie obtenidos por medio de otras pruebas (Valentini, 1960; La Porte, 1962; Barret, 1998; Alzugaray *et al.*, 2005). Si bien los datos de esos años son de germinación y vigor, permiten establecer que la calidad en esta especie está muy asociada al clima y que la menor germinación se debe principalmente a la cantidad de semillas vanas, producto de las elevadas precipitaciones durante la antesis y la polinización, que podrían provocar la muerte de las flores y el aborto de los frutos (Agrios, 1998).

Para *A. quebracho-blanco*, la prueba de rayos X fue capaz de detectar las semillas sanas, las inmaduras por llenado deficiente, las arrugadas con deformaciones en los cotiledones, las semillas con daños en los cotiledones y las semillas sin embrión, lo que permitió obtener un patrón radiográfico para la especie en estudio. Esta prueba, en general, es efectiva en aquellas semillas con un mayor espesor de los cotiledones o en frutos como achenios, sámaras o cariopses. En *A. quebracho blanco* el escaso espesor de los cotiledones permitió que los rayos X

atravesaran ese tejido sin dificultad, lo que actuó en desmedro de la calidad de la imagen, resultados corroborados por ISTA (1991).

No se halló bibliografía que analizara la calidad de semillas aladas de distintas especies a través de la prueba de rayos X. Sin embargo en otros trabajos se ha evaluado la calidad de las semillas de *A. quebracho-blanco* mediante pruebas de germinación y de vigor (Orfila, 1995; Killian *et al.*, 1997; Colombo Speroni & De Viana, 2000; Alzugaray *et al.*, 2006), encontrándose generalmente valores moderados a altos, que no se alejan de los registrados para otras especies forestales nativas o exóticas (Willan, 1991; Piotto, 1992; Peinetti *et al.* 1993).

Estos resultados podrían estar indicando diferentes condiciones ambientales durante la maduración de los frutos y de las semillas. Del Castillo *et al.* (1998) observaron que en primavera sumamente húmedas el cuajado de frutos de *A. quebracho-blanco* fue reducido, hecho que podría atribuirse a que la lluvia disminuyó la actividad de los insectos polinizadores. Comparando estas observaciones con los datos meteorológicos de la localidad de proveniencia de las semillas para el presente estudio, se observó que la precipitación primavera-estival de los últimos siete años fue altamente variable (1999-2006). Aunque la mayor precipitación podría explicar el menor cuajado de frutos, no pareciera estar directamente asociada a la menor calidad de las semillas, con la presencia de semillas inmaduras y arrugadas o sin embrión.

Estas últimas características se relacionarían con otros factores ambientales o de asignación de recursos por parte de los árboles en años sucesivos. Considerando el prolongado período de maduración de los frutos desde fines de noviembre a fines de agosto, éstos están sometidos a períodos de estrés térmico con altas temperaturas y de estrés hídrico que podrían ocasionar problemas de llenado en las semillas.

En conclusión, la prueba de rayos X pudo detectar de modo rápido y claramente los principales factores que determinan la calidad de las semillas de ambos quebrachos.

---

## Agradecimientos

Los autores agradecen al Ing. Luis Schaumburg, a los señores Rodolfo Comuzzi y Sergio Acosta, de la Estacion Experimental del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca "Dr. Tito Livio Copa", Las Gamas, Vera, Provincia de Santa Fe, y al Dr. Roque Craviotto del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Oliveros INTA, Santa Fe, Argentina.



## Bibliografía

---

**AGRIOS, G. N.** (1998). *Fitopatología*. Ed. Limusa. México.

**ALZUGARAY, C.; CARNEVALE, N.J.; DI LEO, N.** 2005. Mapa de clasificación de unidades de cobertura de vegetación en la Cuña boscosa santafesina. III Congreso Nacional sobre Manejo de pastizales naturales. Paraná Argentina.

**ALZUGARAY, C.; CARNEVALE N. J.; SALINAS, A. R. Y PIOLI, R.** Observations on quality of *Schinopsis balansae* Engl. seeds. 2005. *Seed Technology*. 27, 1: 49-58

**ALZUGARAY, C.; CARNEVALE N. J., PIOLI, R. Y SALINAS, A. R.** 2006. Calidad de semillas de *Aspidosperma quebracho-blanco* Schlecht. *Revista Quebracho*. 13:26-35.

**BARRET, W.** 1998. Antecedentes y situación actual del cultivo del Quebracho Colorado (*Schinopsis balansae*) en el Chaco Argentino. *SAGPyA Forestal*. 7: 7-18.

**BELCHER, E. y VOZZO, J.A.** 1979. Radiographic Analysis of Agricultural and Forest Tree Seeds. In: Handbook on Seed Testing. Contribution N° 31. Ed. Association of Official Seed Analysts.

**BERCOVICH, N.** 2000. Evolución y situación actual del complejo Forestal en Argentina. División de desarrollo productivo y empresarial de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Ed. Centro Internacional de Investigaciones para el desarrollo (CIID/IDRC).

**BRUGNONI, H.C.** 1980. Plagas forestales. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires.

**CABRERA A.L. y WILLINK, A.** 1980. Biogeografía de América Latina. Monografías científicas, Serie Biológica 13. Secretaría General de la O.E.A., Washington, D.C.

**CÁCERES, L.M.** 1980. Caracterización climática de la provincia de Santa Fe. Ed. Ministerio Agricultura y Ganadería Santa Fe. Dpto. de Aguas. Santa Fe.

**CARNEIRO, J.S.** 1987. Testes de sanidade de sementes de essencias florestais. En: *Patologia de sementes*. Ed. Fundação Cargill. Campinas, Brasil, p. 390-391.

**CARNEVALE, N.J.; ALZUGARAY, C.; DI LEO, N.** 2006. Análisis de la deforestación en la Cuña Boscosa Santafesina. XXII Reunión Argentina de Ecología.

**COLOMBO SPERONI, F. & DE VIANA, M.L.** 2000. Requerimientos de escarificación en semillas autóctonas e invasoras. *Ecología Austral*, 10 (2): 123-131.

**CRAVIOTTO, R.M.** 2003. SAD 9000. Analizador automático de semillas. Manual de Procedimientos Biológicos. ED. Convenio de Asistencia Técnica INTA- Consultar. Argentina.

**CRAVIOTTO, R.M.; ARANGO, M.R.; SALINAS, A.R.; GIBBONS, R.; BERGMANN, R. y MONTERO, M.S.** 2004. A device for Automated Digital X-Ray Imaging for Seed Analysis. *Seed Science & Technology*, 32 (3): 867-871.

**DEL CASTILLO, E.M.** 1998. Evaluación de crecimiento y producción de Quebrachales de quebracho blanco, Salta. P.I.A., No. 7144. Universidad Nacional de Salta, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Salta, Argentina.

**DOMINGUEZ LLERENA, S.; MURRIAS, G.; HERRERO SIERRA, N; PEÑUELA RUBIRA, J.L.** 2001. Cultivo de once especies mediterráneas en vivero: implicaciones prácticas. *Revista Ecología*, 15: 213-223.

**ELLIS, R.H.; HONG, T.D. y ROBERTS, E.H.** 1985. Handbook of Seed Technology for Genebanks. Volume II. Compendium of Specific Germination Information and Test Recommendation. Ed. International Board for Plant Genetic Resources, Roma. N° 3. II.

**FERREIRA MACHADO, C. y MOURE CÍCERO, S.** 2003. Aroeira Branca [*Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. - Anacardiaceae] Seed Quality evaluation by the X- Ray Test. *Scientia Agricola*, 60 (2): 393-397.

**INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION.** ISTA. 1991. Tree and Shrub Seed Handbook. Ed. . International Seed Testing Association. Zurich. Switzerland.

**INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION.** ISTA. 2003. ED. Rules for Seed Testing.

**KILLIAN, S.; TAPIA, A.M.; VILLAGRA, A.** 1997. Aspecto germinativo de *Aspidosperma quebracho blanco*. Resúmenes del Primer Taller Internacional de recursos fitogenéticos del noroeste argentino. Ed. Universidad Nacional de Salta- INTA. Argentina.



**LA PORTE, J.** 1962. Observaciones sobre germinación y cromosomas de algunas especies de "*Schinopsis*" (Anacardiáceas) y de Esterculiáceas cultivadas. *Revista Argentina de Agronomía*, 9, 1-2: 29-41.

**LEWIS, J.P. y PIRE, E.F.** 1981. Reseña sobre la vegetación del Chaco santafesino. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Serie Fitogeográfica 18. Ed. Centro de investigaciones de Recursos Naturales. INTA. Buenos Aires.

**LEWIS, J.P.** 1991. Three levels of floristical variation in the forest of Chaco, Argentina. *Journal of Vegetation Science*, 2: 125-130.

**MUSSETTI, M. y ALCONCHEL, D.** 1986. Mapa de suelos del centro operativo Dr. Tito Livio Coppa, Las Gamas, Dpto. Vera, Santa Fe. Dirección General de Extensión e Investigaciones Agropecuarias, Santa Fe.

**NIETO DE PASCUALPOLA, C.; MUSÁLEM, M.A. y ORTEGA ALCALÁ, J.** 2003. Estudio de algunas características de conos y semillas de *Abies religiosa* (HBK) Schl. et Cham. *Agrociencia*, 37 (5): 521-531.

**ORFILA, E.N.** 1995. *Frutos, semillas y plántulas de la flora leñosa argentina*. Ediciones Sur. La Plata. Argentina.

**OTTONE, J.R.** 1993. Árboles forestales. Prácticas de cultivo. ed. Agro Vet. S.A: Buenos Aires.

**PEINETTI, R.; PEREYRA, M.; KIN, A.; SOSA, A.** 1993. Effects of cattle ingestion on viability and germination rate of caldén (*Prosopis caldenia*) seeds. *Journal of range management*, 46 (6): 483-486.

**PIOTTO, B.** 1992. *Semi di alberi e arbusti coltivati in Italia, come e quando seminarli*. Ed. Società Agricola e Forestale- Gruppo E.N.C.C. (SAF). Roma.

**PRADO, D.E.** 1991. A critical evaluation of the floristic links between Chaco and Caatingas vegetation in South America. Ph. D. Thesis, University of St. Andrews.

**ROIG, F.A. y ROIG, V.** 1962. Nuevos datos sobre la corriente florística chaqueña en Mendoza y observaciones sobre *Aspidosperma quebracho-blanco* en el límite sudoeste de su dispersión. Ed. U.N. de Cuyo. Mendoza. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, XV (1): 46-52.

**SIMAK, M.** 1980. X- radiography in research and testing of forest tree seeds. Rapporter, Dept. of Silviculture, Swedish University of Agricultural Sciences, 3: 1-34.

**VALENTINI, J.A.** 1960. La reforestación con quebracho colorado y algunas normas silvícolas relacionadas con su aprovechamiento racional. *Bomplandia*, 1(1): 51-69.

**WENZEL, M; HAMPEL, H.** 1998. Regeneración de las principales especies arbóreas del Chaco húmedo argentino. *Quebracho*, 6: 5-18.

**WILLAN, R.L.** 1991. *Guía para la manipulación de semillas forestales*. Ed. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. *Estudio Montes FAO 20/2*.

**WORLD RAINFOREST MOVEMENT.** 2000. Boletín N° 38. ed. Secretaría Internacional Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales. Montevideo. Uruguay.